Energy Innovators Initiative

Technical Fact Sheet

Heat Recovery from
Kitchen Refrigeration

Figure 1 - Refrigeration Compressor

Description

Commercial kitchens require walk-in refrigerators and freezers to store perishable food. Each unit is normally equipped with its own compressor/condenser package, which is cooled to remove the heat generated by the vapour compression refrigeration cycle. Typically, this heat is released into the environment. Where the equipment is water-cooled, that heat can be recaptured for useful purposes like domestic water heating.

Heat recovery systems are custom applications that must be sized for each particular situation. They use readily available plumbing and heating components. This fact sheet looks at the relevant issues when considering such a heat recovery system. The picture in Figure 1 shows a refrigeration compressor.

Technical Specifications

The heat recovery system consists of four components: a heat exchanger, pumps, heat sources and sinks, and controls. Figure 2 shows the system schematic and control sequences for an actual installation.

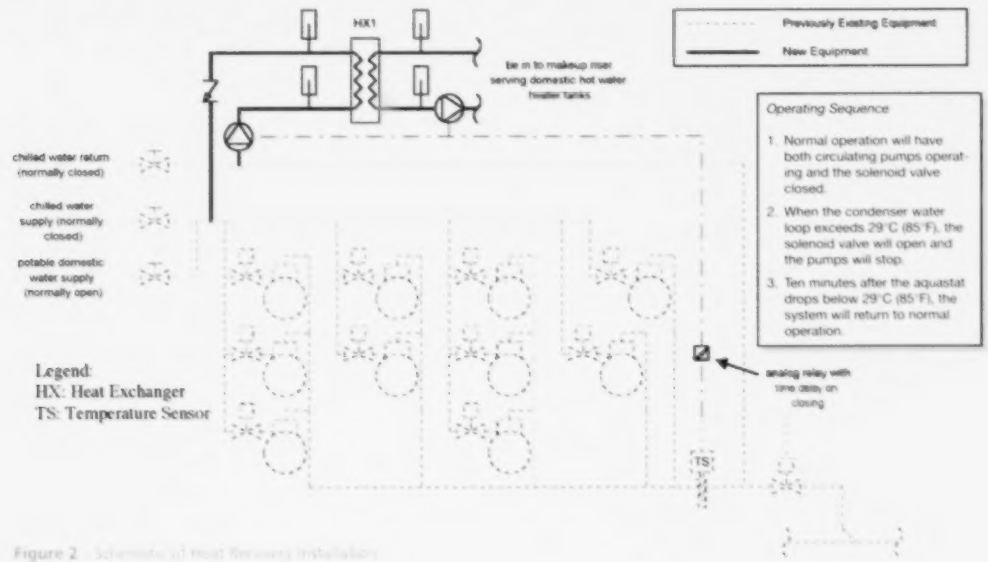
HX1
tie in to makeup riser serving domestic hot water heater tanks
Previously Existing Equipment
New Equipment
Operating Sequence
1. Normal operation will have both circulating pumps operating and the solenoid valve closed.
2. When the condenser water loop exceeds 29°C (85°F), the solenoid valve will open and the pumps will stop.
3. Ten minutes after the aquastat drops below 29°C (85°F), the system will return to normal operation.
chilled water return (normally closed)
chilled water supply (normally closed)
potable domestic water supply (normally open)
Legend:
HX: Heat Exchanger
TS: Temperature Sensor
analog relay with time delay on closing
TS

Figure 2 - Schematic of Heat Recovery Installation

Natural Resources Canada
Ressources naturelles Canada
Canada

106-03662/

Heat Exchanger – The main component of the system is the heat exchanger, which allows the warm medium (the condenser cooling water) to transfer heat to the cool medium (domestic make-up water). Brazed-plate heat exchangers are the most cost-effective models available, and are also very compact for retrofits. To minimize pumping requirements, select a low-pressure-drop heat exchanger.

Pumps – At least one new pump will be needed. Standard commercial circulators are appropriate, but they must be properly sized for the application. If they are too small, they will not deliver the appropriate flows through the condensers and heat exchanger. If they are too large, they will use excessive electrical energy and the system will be less efficient.

Sources and Sinks – For simplicity, the refrigeration condensers should be located close to one another, so that the heated water can be made available at a single point. The sink, where the heat is needed, should be easily accessible to the heat source through piping. Engineering estimates are required when planning the system to determine the quantity and daily availability of the rejected heat, the ability of the sink to accept the heat when it is available, and the value of the recoverable portion of the heat.

Safety Controls – The system must be designed to ensure that the refrigeration equipment is always operating within the manufacturer's recommended temperature range. Simple thermostatic control is used to reject excess heat to the environment when the heat sink is unable to accept it.

Energy Information

Heat recovered from the condenser of a water-cooled refrigeration system is proportional to the flow rate and the difference in temperature between the inlet and outlet of the heat exchanger.

Q = Flow × dT × (Unit Conversion Constant)

The vendor's selection software chooses the right size of heat exchanger for the application. A larger unit recovers more heat but is more expensive. Units are normally selected based on price, pumping requirements and heat recovered, for the lowest possible life cycle cost for the project.

The best payback will occur where there is a large temperature difference between the source and the sink, and where the sink is able to accept all of the heat generated at the source any time it is available.

Comparison

Installing a system to recover heat from refrigeration equipment is a straightforward engineering application, and should be considered for any water-cooled refrigeration system. Heat recovery can save in the following ways:

1. Fuel savings for domestic water heating;
2. Avoided cost of mechanical water cooling in closed systems; and
3. Reduced water consumption compared with the "once-through" water-cooled systems.

Case Study

In 1995, Homewood Health Centre in Guelph, Ontario, undertook a major energy management retrofit program. As part of the program, a system was installed to recover heat from 10 rack-mounted water-cooled kitchen refrigeration compressors. The existing system used domestic cold water to remove compression heat, with the used cooling water discharging to the drain. A brazed-plate heat exchanger was installed to recycle cooling water and preheat incoming domestic water from 10°C to 30°C. With the new system, less water is discharged to the drain and the domestic hot water heater tanks use less natural gas. The project saves $4,090 annually with a payback period of 2.3 years (Table 1).

Table 1 – Savings Estimate for Homewood Health Centre Kitchen Compressor Heat Recovery

Input Data	
Natural Gas Rate	$0.17/m³
Electrical Demand Rate	$5.10/kW
Electrical Consumption Rate	$0.054/kWh
Payback Summary	
Annual Natural Gas Savings	10 009 m³
Annual Water/Sewage Savings	8953 m³
Annual Electrical Consumption Increase	10 452 kWh
Annual Electrical Demand Increase	1.2 kW
Net Annual Cost Savings	$4,090
Construction Cost	$9,400
Payback Period (years)	2.3
Return on Investment	43%

For more information, contact

Energy Innovators Initiative, Office of Energy Efficiency, Natural Resources Canada, 580 Booth Street, 18th Floor, Ottawa ON K1A 0E4
Tel.: (613) 995-6950 • **Fax:** (613) 947-4121 • **Web site:** http://oee.nrcan.gc.ca/eii

Leading Canadians to Energy Efficiency at Home, at Work and on the Road

The Office of Energy Efficiency of Natural Resources Canada strengthens and expands Canada's commitment to energy efficiency in order to help address the challenges of climate change.

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2002
Cat. No. M92-242/2002-6E ISBN 0-662-31585-5
(Aussi disponible en français)

Recycled paper

Initiative des Innovateurs énergétiques

Fiche technique

Récupération de la chaleur des appareils de réfrigération de cuisine

Description

Les cuisines commerciales et institutionnelles requièrent des chambres réfrigérées et des congélateurs pour y entreposer les denrées périssables. Chaque unité est généralement équipée de son propre ensemble compresseur-condenseur, lequel est refroidi pour éliminer la chaleur générée par le cycle de réfrigération. En principe, cette chaleur se disperse dans l'environnement. Dans le cas d'un appareil refroidi à l'eau, elle peut être récupérée à des fins utiles, par exemple pour chauffer l'eau domestique.

Les systèmes de récupération de chaleur sont des applications spécifiques dont la taille doit être adaptée à chaque utilisation particulière. Ils sont fabriqués de matériel de plomberie et de chauffage facile à obtenir. La présente fiche de renseignements traite des questions pertinentes qui se posent lorsque ce type de système de récupération de chaleur est envisagé. Les deux photos de la figure 1 montrent deux compresseurs de réfrigération et les détails d'un échangeur de chaleur à plaque conçu pour récupérer la chaleur.

Figure 1 – Compresseurs de réfrigération

Spécifications techniques

Le système de récupération de chaleur comprend quatre composants : l'échangeur de chaleur, les pompes, les sources et les dissipateurs de chaleur, ainsi que les commandes. La figure 2 illustre le schéma du système et les séquences de commande d'une installation existante.

Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada
Canada

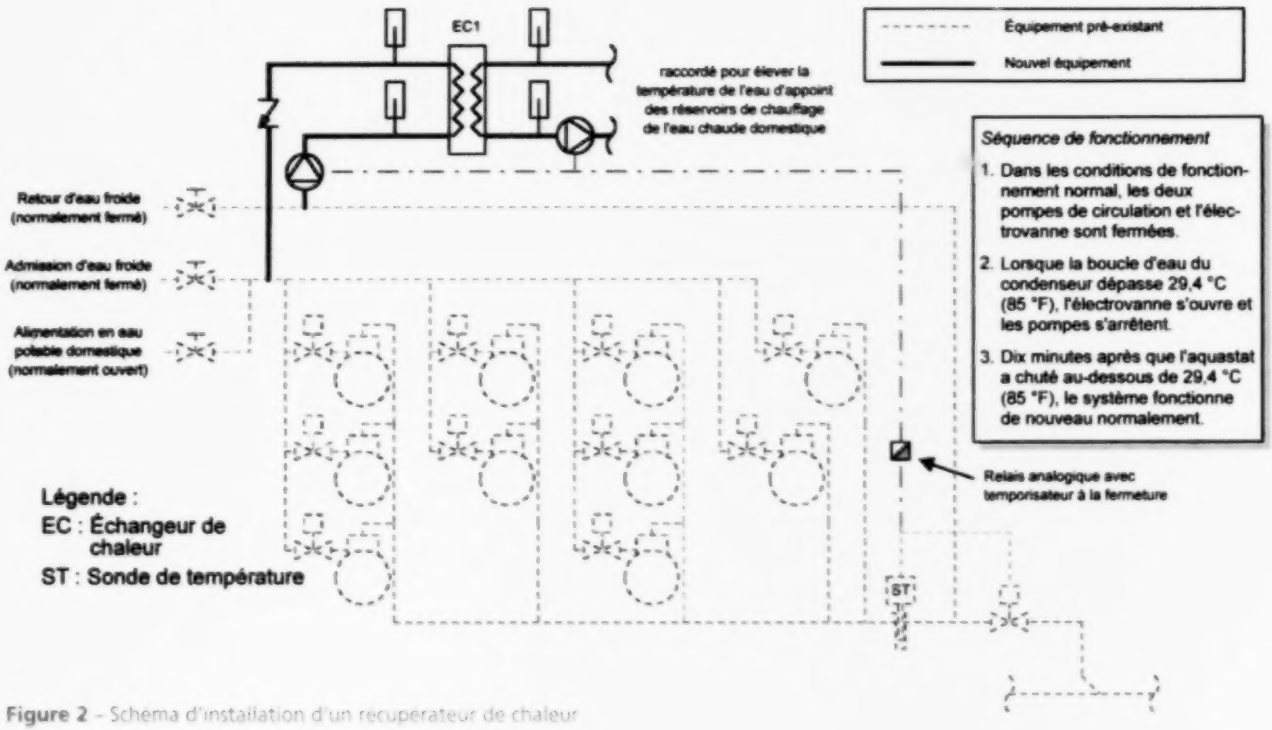
EC1
Équipement pré-existant
Nouvel équipement
raccordé pour élever la température de l'eau d'appoint des réservoirs de chauffage de l'eau chaude domestique
Séquence de fonctionnement
1. Dans les conditions de fonctionnement normal, les deux pompes de circulation et l'électrovanne sont fermées.
2. Lorsque la boucle d'eau du condenseur dépasse 29,4 °C (85 °F), l'électrovanne s'ouvre et les pompes s'arrêtent.
3. Dix minutes après que l'aquastat a chuté au-dessous de 29,4 °C (85 °F), le système fonctionne de nouveau normalement.
Retour d'eau froide (normalement fermé)
Admission d'eau froide (normalement fermé)
Alimentation en eau potable domestique (normalement ouvert)
Relais analogique avec temporisateur à la fermeture
ST
Légende :
EC : Échangeur de chaleur
ST : Sonde de température

Figure 2 - Schéma d'installation d'un récupérateur de chaleur

Échangeur de chaleur – Le principal composant du système est l'échangeur de chaleur. Il permet au milieu chaud (l'eau de refroidissement du condenseur) de transférer la chaleur dans le milieu froid (l'eau d'appoint domestique). Les échangeurs de chaleur à plaques brasées sont les plus rentables; ils sont également très compacts, ce qui facilite leur mise en place dans les cas d'installations existantes. Pour minimiser les exigences de pompage, choisissez un échangeur de chaleur à faible perte de charge.

Pompes – Au moins une nouvelle pompe sera requise. Les circulateurs standard que l'on retrouve dans le commerce sont appropriés, mais leurs dimensions doivent être adaptées à l'application. S'ils sont trop petits, ils ne fourniront pas les débits adéquats dans les condenseurs et dans l'échangeur de chaleur. S'ils sont trop gros, ils consommeront plus d'électricité et le système sera moins efficace.

Sources et dissipateurs de chaleur – Pour plus de simplicité, les condenseurs de réfrigération devraient être situés à proximité les uns des autres, de sorte que l'eau chaude soit disponible à un point unique. Le dissipateur de chaleur, qui requiert la chaleur, devrait être facilement accessible par la tuyauterie de chauffage. Lors de la conception du système, des travaux d'ingénierie sont indispensables pour déterminer la quantité et la disponibilité quotidienne de chaleur rejetée, la capacité du dissipateur de chaleur à accepter la chaleur disponible et la valeur de la partie récupérable de chaleur.

Commandes de sécurité – Le système doit être conçu de façon à ce que l'équipement de réfrigération fonctionne toujours dans la gamme de température recommandée par le manufacturier. Un simple régulateur thermostatique est utilisé pour rejeter le surplus de chaleur dans l'environnement lorsque le dissipateur de chaleur ne peut pas l'accepter.

Information sur l'énergie

La chaleur récupérée du condenseur d'un système de réfrigération refroidi à l'eau dépend du débit et de la différence de température entre l'entrée et la sortie de l'échangeur de chaleur.

Q = Débit $\times \Delta T \times$ (constante de conversion de l'unité)

En général, un logiciel de sélection du fournisseur est utilisé pour choisir un échangeur de chaleur dont les dimensions sont adéquates pour l'application. Un appareil plus gros récupère plus de chaleur, mais il est plus coûteux. Les appareils sont en général sélectionnés selon le prix, les exigences de pompage et la chaleur récupérée afin d'obtenir un coût de cycle de vie aussi bas que possible.

Une meilleure période de récupération sera obtenue si la différence de température entre la source et le dissipateur de chaleur est importante et si le dissipateur peut accepter en tout temps toute la chaleur générée à la source.

Comparaison

L'installation d'un système destiné à récupérer la chaleur d'un réfrigérateur ou d'un congélateur est une opération rigoureusement technique et devrait être envisagée pour tout système de réfrigération refroidi à l'eau. La récupération de la chaleur peut entraîner des économies de différentes natures, notamment :

1. Économies d'énergie pour le chauffage de l'eau domestique;
2. Coûts évités de refroidissement mécanique de l'eau des systèmes en boucle fermée;
3. Réduction de la consommation d'eau par rapport aux systèmes refroidis à l'eau à passage unique.

Étude de cas

En 1995, le Centre de santé Homewood de Guelph, en Ontario, a entrepris un projet de réfection majeur en matière de gestion de l'énergie. Dans le cadre de ce projet, un système a été installé pour récupérer la chaleur de 10 compresseurs de réfrigération de cuisine refroidis à l'eau. Le système existant utilisait l'eau froide domestique pour éliminer la chaleur générée par les compresseurs; l'eau de refroidissement était évacuée à l'égout. Un échangeur de chaleur à plaques brasées a été installé pour recycler l'eau de refroidissement et préchauffer l'eau domestique d'arrivée de 10 °C à 30 °C. Avec le nouveau système, moins d'eau s'écoule dans l'égout et les réservoirs du réchauffeur d'eau chaude domestique consomment moins de gaz naturel. Le projet permet d'économiser 4 090 $ par an et la période de récupération est de 2,3 ans (voir tableau 1).

Tableau 1 – Estimation des économies pour un récupérateur de chaleur à condenseur installé au centre de santé Homewood

Données d'entrée	
Prix du gaz naturel	0,17 $/m³
Prix de la puissance appelée	5,10 $/kW
Prix de la consommation d'électricité	0,054 $/kWh
Sommaire de la période de récupération	
Économies annuelles en gaz naturel	10 009 m³
Économies annuelles en eau et eaux usées	8 953 m³
Augmentation de la consommation annuelle d'électricité	10 452 kWh
Augmentation annuelle de la puissance appelée	1,2 kW
Économies de coûts annuelles nettes	4 090 $
Coût de la conception	9 400 $
Période de récupération (années)	2,3
Rendement du capital investi	43 %

Pour obtenir de plus amples renseignements, veuillez vous adresser à :
Initiative des Innovateurs énergétiques, Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles Canada, 580, rue Booth, 18e étage, Ottawa (Ontario) K1A 0E4
Tél. : (613) 995-6950 • **Téléc. :** (613) 947-4121 • **Site Web :** http://oee.rncan.gc.ca/iie

Engager les Canadiens sur la voie de l'efficacité énergétique à la maison, au travail et sur la route

L'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada renforce et élargit l'engagement du Canada envers l'efficacité énergétique afin d'aider à relever les défis posés par les changements climatiques.

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2002
N° de cat. M92-242/2002-6F ISBN 0-662-86659-2
(Also available in English)